

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-151553

(P2000-151553A)

(43) 公開日 平成12年5月30日 (2000.5.30)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テマコード* (参考)

H 0 4 J 11/00

H 0 4 J 11/00

Z 5 C 0 2 5

H 0 4 B 1/26

H 0 4 B 1/26

A 5 C 0 5 6

H 0 4 N 5/00

H 0 4 N 5/00

B 5 K 0 2 0

5/38

5/38

5 K 0 2 2

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号

特願平10-319049

(22) 出願日

平成10年11月10日 (1998.11.10)

(71) 出願人 000000295

沖電気工業株式会社

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号

(72) 発明者 ▲吉▼田 哲雄

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気
工業株式会社内

(72) 発明者 伊藤 三郎

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気
工業株式会社内

(74) 代理人 100089093

弁理士 大西 健治

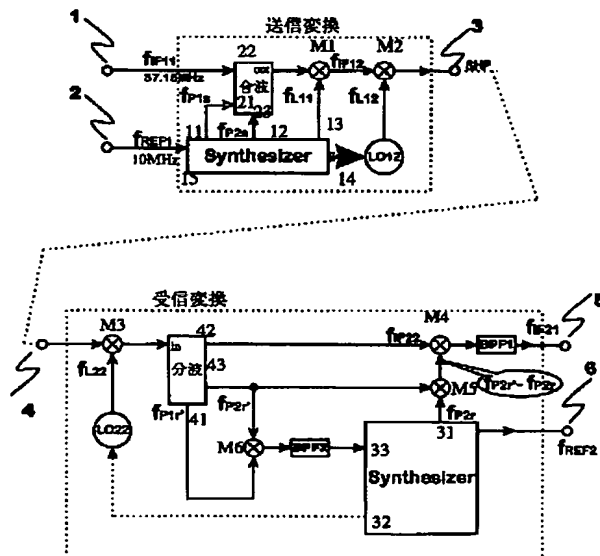
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 信号伝送装置

(57) 【要約】

【目的】 高速デジタル信号伝送において周波数変動の影響や発振回路に起因する位相雑音の影響を除去し、信頼度の高い信号伝送を可能にする。

【構成】 I F 信号を主にマイクロ波帯に変換して伝送する信号伝送装置において、主信号にSynthesizerで生成された互いの周波数差が基準周波数に等しいパイロット信号 f_{p1s} 、 f_{p2s} を付加して変調して送信する。受信側ではこの信号を受信、復調して、主信号 f_{IF22} とパイロット信号 f_{p1r} 、 f_{p2r} とに分波してのち、パイロット信号 f_{p1r} と f_{p2r} との周波数差から基準周波数信号 f_{REF2} を再生すると共に、この基準周波数信号をもとにパイロット信号 f_{p2r} を修正したパイロット信号 $f_{p2r'}$ を生成して、このパイロット信号 $f_{p2r'}$ によって主信号 f_{IF22} からパイロット信号成分を完全に除去して、乱れのない主信号成分を得る。



(2)

特開2000-151553

1

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】 送信側においてIF信号を周波数変換して送信し、受信側において受信した信号を周波数変換してIF信号を得る信号伝送装置において、送信側に、パイロット信号を生成する手段と、パイロット信号をIF信号に付加する手段とを備え、受信側に、上記パイロット信号を抽出する手段と、上記パイロット信号を周波数変換する手段とを備え、周波数変換して得られた上記パイロット信号をローカル信号として周波数変換してIF信号を得ることを特徴とする信号伝送装置。

【請求項2】 送信側に、基準周波数を発生する手段と、該基準周波数を基準に複数のパイロット信号を生成する手段とを備え、

受信側において、上記パイロット信号の中の2波の差の周波数を基準にして基準周波数を発生する手段を備えることを特徴とする請求項1の信号伝送装置。

【請求項3】 送信側に、基準周波数を発生する手段と、該基準周波数を基準に複数のパイロット信号を生成する手段と、パイロット信号を変調する手段と、該基準周波数を基準にして変調信号を生成する手段とを備え、受信側において、上記の変調されたパイロット信号を復調して得られた周波数を基準にして基準周波数を発生する手段を備えることを特徴とする請求項1の信号伝送装置。

【請求項4】 送信側に、補助信号を入力する手段と、該補助信号によりパイロット信号を変調する手段とを備え、

受信側において、上記の補助信号により変調されたパイロット信号を復調して補助信号を得る復調手段を備えることを特徴とする請求項1～3の信号伝送装置。

【請求項5】 送信側において、基準周波数を外部信号によりロックさせる同期手段と、外部からの基準信号入力端子とを備え、

受信側において、基準信号入力端子を備え、受信変換装置からのIF信号出力および基準信号出力を、次段の(別の)送信変換装置のIF信号入力および基準信号入力とすることにより、請求項1～4の伝送装置を多段接続することを特徴とする信号伝送装置

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、主にマイクロ波によりOFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing:直交周波数分割多重)信号のようなマルチキャリア信号を伝送する信号伝送装置に関する。

【0002】

【従来の技術】一般に、信号伝送装置には、信号を変調して送信し、受信時に復調してもとの信号を得る方式の装置と、既に変調された信号を復調することなくそのまま伝送する方式の装置とがある。

【0003】従来のマイクロ波による後者の方式の信号伝送装置は、図2に示すように、送信変換装置によって、例えば50MHz以下の周波数帯のIF信号「IF(IN)」とマイクロ波帯のローカル発振器「LO1」からの局部発振信号を周波数混合器「MIX」に与えて、ヘテロダイン変換されて得られたマイクロ波帯の信号を直線電力増幅器「PA」で増幅して送信アンテナより送信し、一方の受信変換装置によって、受信アンテナからのマイクロ波受信信号を低雑音増幅器で増幅し、マイクロ波帯のローカル発振器「LO1」の局部発振周波数を用いて、同様にIF周波数に変換するように構成されている。

【0004】このような構成の信号伝送装置では、特にローカル発振器の周波数変動および位相ノイズにより、伝送して得られるIF信号の周波数偏差が大きくなり、位相雑音の影響を大きく受けてしまうという欠点があった。従来より、ローカル発振器そのものの周波数変動および位相ノイズを低下させる手法や低ノイズの局部発振周波数生成手段について検討がなされており、例えばデジタル伝送用の中継装置としてのFPU装置の場合についての低位相雑音のマイクロ波帯周波数シンセサイザを使用した例が、特開平10-247851号公報「フラクショナルN方式の周波数シンセサイザおよびそれを使用した中継装置」に開示されている。

【0005】また、地上デジタル放送方式として、欧州、国内で検討されているOFDM方式では、帯域内に多数の互いに直交した搬送波を多重するため、帯域の位相特性及び振幅特性の平坦度が重要である。さらに、伝送装置で位相雑音が重畳されると、搬送波間の直交性がくずれ、誤り率が劣化するため、受信装置の低位相雑音化が重要な課題であり、特開平10-65563号公報「可変周波数発振器及びOFDM受信装置」には、受信装置の場合に必要な低位相雑音化を実現した広帯域な可変周波数発振器について開示されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、地上波デジタルテレビ放送の送信所への放送波信号の伝送装置の場合には、上記IF信号がOFDM信号であること、またOFDMの特長を生かしてSFN(Single Frequency Network:単一周波数網)で放送波として送信することが想定され、上記IF信号の周波数変動および位相雑音が致命的な欠点となることが予想される。

【0007】すなわち、まず周波数変動に関しては、地上波デジタルテレビ放送において、複数の送信所から同一番組のOFDM放送波を送信するSFN(単一周波数網:Single Frequency Network)の場合、複数の送信所からの放送波が受信される地点においては、約6MHzの帯域に数千の搬送波を有するOFDM信号の搬送波間隔が1KHzであるとする、各搬送にとつてはその周波数偏差が0.1%以内であることが必要とされてい

3

と考えられるので、送信所間での送信周波数偏差は1 Hz以下でなければならない。この周波数精度の要求を実現するためには、送信所への放送波信号の伝送装置に許容される周波数偏差の配分は更に小さくなり、しかも多段中継される場合には更にその要求が厳しくなる。例えば、放送機と伝送装置の規格配分が50%・50%であるとしても、5段中継する場合は1段当たり許容される周波数偏差は0.1 Hz以下となる。

【0008】従来構成の伝送装置で伝送されたIF信号の周波数偏差を0.1 Hz以下にするためには、伝送装置の送信変換（アップコンバージョン）および受信変換（ダウンコンバージョン）総合で許される周波数変動分は±0.05 Hz以下となり、送信変換または受信変換のローカル発振器に許容される周波数変動は±0.025 Hzとなる。これは、7 GHz帯のマイクロ波伝送装置の場合、そのローカル発振器には“±3.5×10⁻¹²”程度の周波数安定度が要求されることになってしまう。

【0009】次に位相雑音に関しても、上記構成の伝送装置の場合には、上記文献における課題と同様のローカル発振器の位相雑音が、送信変換においても受信変換においても付加される上、ローカル発振器の周波数帯がマイクロ波帯であることからローカル発振器に要求される位相雑音特性は非常に厳しいものとなり、送信変換装置におけるローカル発振器および受信変換装置のローカル発振器の位相雑音を現在入手できる最高性能の低雑音発振器を用いても、多段中継によって劣化が加算されていくことから十分ではないといった欠点と、各受信変換後のIF周波数変動を防ぐためには、例えばルビジウム発振器のような高精度かつ高安定の基準信号発振器を必要とするか、GPSを利用するなどの同期手段が必要となり、特に多段中継を行う場合においてはルビジウム発振器やGPS同期によってすら十分な性能が実現できないという欠点とがあった。

【0010】また、たとえローカル発振器の周波数安定度が静的には所要の性能を満足し得たとしても、発振回路素子等に機械的・音響的振動を与えた場合に生じるマイクロフォニック雑音と呼ばれる、主に発振周波数が機械的振動に起因したFM変調を受ける問題を完全に解決することはほとんど不可能であった。

【0011】

【課題を解決するための手段】 上述する課題を解決するため、この発明においては、送信側の装置に、送信側の基準信号を基に2種類のパイロット信号を、このパイロット信号どうしの周波数の差が基準信号と等しくなるように生成する手段と、この2種類のパイロット信号と主信号とを合成する手段と、合成された信号を変調して送信する手段とを設ける。

【0012】これとともに、受信側の装置に、送信された信号を受信して復調する手段と、復調された信号を2

(3)

特開2000-151553

4

種類のパイロット信号と主信号とに分波する手段と、分波された2種類のパイロット信号の周波数の差を周波数とする信号を生成する手段と、2種類のパイロット信号の周波数の差を周波数とする信号をもとに新しいパイロット信号を生成する手段と、新しいパイロット信号と前記2種類のパイロット信号の一方とをもとに前記2種類のパイロット信号の一方の変動分を示す信号を生成する手段と、前記2種類のパイロット信号の一方の周波数を修正した信号と分波された主信号とをもとに最終的な主信号を生成する手段とを、それぞれ設けたものである。

【0013】

【作用】 上述した構成により、この発明においては、送信側からは、主信号に加えて周波数の差が基準信号と等しくなるように生成された2種類のパイロット信号とが、変調されて送信される。一方受信側では、受信した信号を主信号と2種類のパイロット信号とに分波して、パイロット信号どうしの周波数の差をもとに、基準信号を生成する。

【0014】これと同時に、パイロット信号どうしの周波数の差をもとに、パイロット信号の一方の変動分を示す信号を生成して、この変動分を示す信号をもとに分波された主信号に残っていたパイロット信号の変動の影響を主信号から除去して、乱れない主信号の出力を得るものである。

【0015】

【実施例】 図1はこの発明の第1の実施例を示すブロック図である。図1において、送信変換は送信側に設置される送信変換装置であり、受信変換は、受信側即ち、伝送距離だけ離れた受信地点に設置される受信変換装置である。

【0016】IF信号入力端子1は、主に図示されないOFDM変調器のIF出力に接続され、IF周波数帯のOFDM信号が入力される。基準信号入力端子2は、図示されない基準信号源に接続され、高安定の基準周波数が入力される。この実施例では、基準周波数は10 MHzである。図1の構成においては、上記の2種類の信号、即ち、IF信号および基準信号を受けて上記IF信号をマイクロ波帯の信号に変換して、マイクロ波出力端子3より送信アンテナを介して送信する送信変換装置および上記マイクロ波帯信号を受信アンテナを介してマイクロ波入力端子4で受けて再びIF信号に変換して、IF信号出力端子5より出力する受信変換装置の2つの装置で構成される。送信変換装置のマイクロ波出力端子3、受信変換装置のマイクロ波入力端子4間の破線SHFはマイクロ波伝送路であり、上記アンテナの他に電力増幅器やフィルター類が挿入されることがあるが、本発明の説明には直接関係が無いので図示を省略する。尚、図1のブロック図においては、送信変換装、受信変換装置とも、本発明の説明に直接関係しない場合は、実際には必要な増幅器やフィルターの図示を省略している。

5

【0017】送信変換装置は、合波回路 合波、周波数生成回路Synthesizer、マイクロ波帯の第2ローカル発振器 LO12 および 2つのミキサー回路 M1、M2より構成され、上記周波数生成回路Synthesizerの端子15には、上記基準信号入力端子2からの基準信号周波数信号fref1が接続され、該基準信号周波数信号fref1を基準として3種類の周波数fp1s、fp2s、fL12を生成して上記周波数生成回路Synthesizerの入力端子11、入力端子12および出力端子13より出力するとともに、その入力端子11、入力端子12からの2波と上記IF信号入力端子1からのIF信号とを上記合波回路 合波のIF信号入力端子21、入力端子22および入力端子23から入力し、上記合波回路 合波の出力端子「out」からの合波して得られる複数波の信号出力と、上記周波数生成回路Synthesizerの出力端子13からの第3の出力信号とを上記ミキサー回路 M1によりヘテロダイン変換して得られる変換信号を、更にもう一つのミキサー回路 M2により、上記第2ローカル発振器 LO12によりマイクロ波帯に周波数変換して上記マイクロ波出力端子3より出力するように構成される。

【0018】受信変換装置は、分波回路 分波、周波数生成回路Synthesizer、マイクロ波帯の第2ローカル発振器 LO22、3つのミキサー回路 M3、M4、M5、M6、バンドパスフィルター BPF1およびバンドパスフィルター BPF2より構成され、上記マイクロ波入力端子4からの受信マイクロ波信号と上記ローカル発振器 LO22とは、上記ミキサー回路 M3に接続され、該ミキサー回路 M3の出力は分波回路 分波の入力端子「in」に接続される。

【0019】分波回路 分波の出力IF信号入力端子41および43より、分波された3出力の内の2波がミキサー回路 M6へ入力され、該ミキサー回路 M6の出力が、BPF2を介して上記周波数生成回路Synthesizerの端子33へ、更にも上記分波回路 分波の出力端子43からの信号（周波数はfp2r'）と、上記周波数生成回路Synthesizerの出力端子31からの生成周波数fp2rとは上記ミキサー回路 M5により混合されてその差の周波数fp2r'-fp2rの信号の出力と分波の出力端子42からの出力とが上記ミキサー回路 M4に接続され、該ミキサー回路 M4出力は上記バンドパスフィルターBPF1を介してIF信号出力端子5へ出力されるように構成される。さらに、上記周波数生成回路Synthesizerの端子34から基準周波数fREF2が基準周波数出力端子6へ出力されるように構成される。

【0020】次に、送信変換装置および受信変換装置を構成する周波数生成回路Synthesizerについて、その一例を図7により説明する。送信変換装置に使用される周波数生成回路Synthesizerも、受信変換装置に使用される周波数生成回路Synthesizerも、上記実施例においては同一の構成である。

(4)

特開2000-151553

6

【0021】図7において、先ず入出力端子の説明を以下に示す。

端子101：パイロット信号P1用出力端子（周波数32.15MHz）

端子102：パイロット信号P2用出力端子（周波数42.15MHz）

端子103：第2ローカル発振用出力端子（周波数115.85MHz）

端子104：マイクロ波ローカル発振器制御用出力端子（周波数10MHz）

端子105：外部基準信号入力用端子（周波数10MHz）

端子108：外部基準信号出力用端子（周波数10MHz）

【0022】端子105からの信号と高安定水晶発振器（10MHz）の出力とを切替スイッチSWにより選択してどちらかの信号がフェーズロック回路PLL1に入力される。電圧制御水晶発振器VCXO1の電圧・周波数制御端子「vt」には、上記フェーズロック回路PLL1から制御信号が接続される。電圧制御水晶発振器VCXO1の発振出力は、上記フェーズロック回路PLL1への比較周波数、フェーズロック回路PLL2への基準周波数、フェーズロック回路PLL3への基準周波数、位相比較器PCへの基準周波数として接続されると共に、パッファアンプBA1およびBA2を介してそれぞれ端子108および104より出力される。

【0023】上記フェーズロック回路PLL2出力は電圧制御水晶発振器VCXO3の電圧・周波数制御端子「vt」に、上記フェーズロック回路PLL3出力は電圧制御水晶発振器VCXO4の電圧・周波数制御端子「vt」にそれぞれ接続され、上記電圧制御水晶発振器VCXO3および電圧制御水晶発振器VCXO4はそれぞれフェーズロック発振出力を端子102および端子103より出力する。電圧制御水晶発振器VCXO2の電圧・周波数制御端子「vt」には、上記位相比較器PCの制御電圧が接続され、上記位相比較器PCの比較周波数入力としては、10MHzのバンドパスフィルターBPFの出力信号が接続され、該バンドパスフィルターBPFの入力には、上記電圧制御水晶発振器VCXO2出力および上記電圧制御水晶発振器VCXO3出力が入力信号として接続されたミキサーMからの出力が接続されるように構成されている。

【0024】次に、かかる構成の周波数生成回路の動作を、説明する。まず、上記切替スイッチSWにより、通常は端子101からの外部基準信号（10MHz）を選択するが、外部からの基準信号が利用できない場合に限り、内部に備えられた上記高安定水晶発振器出力（10MHz）が選択される。上記フェーズロック回路PLL1により上記切替スイッチSWにより選択された基準信号にロックするように上記電圧制御水晶発振器VCXO

50

7

1が制御され、該電圧制御水晶発振器VCXO1が基準周波数に同期した基準となる10MHzの信号を供給する。(以下この供給される10MHzの基準信号の周波数を単に基準周波数と呼ぶ。)

【0025】次に、上記フェーズロック回路PLL2において、上記電圧制御水晶発振器VCXO3の出力(42.15MHz)の $1/281$ の周波数、即ち、 $42.15 \div 281 = 0.15$ (MHz)

を比較周波数として、上記基準周波数を基準とする0.15MHzと比較することにより基準周波数にロックした42.15MHzを発生するように電圧制御水晶発振器VCXO3の電圧・周波数制御端子「vt」を制御するように上記フェーズロック回路PLL2が動作する。

【0026】同様に、電圧制御水晶発振器VCXO4とフェーズロック回路PLL3による回路により、上記VCXO4の出力(115.85MHz)の $1/331$ の周波数、即ち、 $115.85 \div 331 = 0.35$ (MHz)

を比較周波数として、上記基準周波数を基準とする0.35MHzと比較することにより基準周波数にロックした115.85MHzを発生するように電圧制御水晶発振器VCXO4の電圧・周波数制御端子「vt」を制御するように上記フェーズロック回路PLL3が動作するのである。

【0027】一方、電圧制御水晶発振器VCXO4は、上記電圧制御水晶発振器VCXO3の周波数より、正確に10MHz低い32.15MHzにおいて、ミキサーMにより両者の周波数の差の周波数成分を発生させ、差の周波数のみを10MHzのバンドパスフィルタBPFで抽出して上記位相比較器PCに与えるので、上記電圧制御水晶発振器VCXO2は、10MHz低い32.15MHzになるように正確に制御された上記電圧制御水晶発振器VCXO2出力が端子101より出力される。

【0028】こうして、外部基準信号に同期した基準周波数を発生させて、端子108より出力すると共に、基準周波数に同期した3種類の信号が生成され、それぞれ端子101、102および103より出力されるのである。

【0029】図1に示す送信変換装置においては、まず、合波回路 合波において、IF信号入力端子1から入力端子22へ入力した主信号(OFDM変調波、中心周波数:fIF11、IF帯に挿入されたパイロット信号を含まない部分を以後IF主信号と呼ぶ)および周波数生成回路Synthesizerで生成され、それぞれ入力端子21、23から入力した2波のパイロット信号P1、P2(周波数:fP1s、fP2s)の3系統の信号が合成され、合成信号を出力端子outより出力する。この合成信号は、ミキサー回路M1により一括して周波数変換される。

【0030】図3は、上記IF主信号およびパイロット信号P1、P2の周波数関係の例を示すパイロット信号

(5)

特開2000-151553

8

の周波数配置図である。この例では、上記IF主信号の中心周波数:fIF11を37.15MHz、パイロット信号P1、P2の周波数をそれぞれ32.15MHz、42.15MHzとし、パイロット信号P1、P2の周波数差を10MHzとし、基準信号周波数(周波数:fREF1=10MHz)と全く同一の周波数になるように上記周波数生成回路Synthesizerにより生成される。

【0031】上記周波数変換のための上記合成信号をミキサー回路M1において生成するためにミキサー回路M1に供給されるローカル周波数(fL11)は、送信側の上記周波数生成回路Synthesizerにより生成される。周波数生成回路Synthesizerからの上記3信号(周波数:fP1s、fP2s、fL11)は、基準信号(fREF1)を基準に生成されるため、基準信号と同期している。

【0032】上記ミキサー回路M1の出力には、ローカル周波数(fL11)により一括して周波数変換(アップ・コンバージョン)して得られる第2の中間周波数帯の主信号(IF信号の中心周波数:fIF12)が得られる。

上記ミキサー回路M1には、第2の中間周波数帯の信号をのみを選択するバンド・パス・フィルタ機能(図示せず)を出力回路に有する。更に、上記第2の中間周波数帯の信号は、ミキサー回路M2に入力され、第2のローカル発振器LO12によりマイクロ波帯へ周波数変換(アップ・コンバージョン)され、図示されない送信周波数帯のBPFを介して、図示されない送信アンテナより送信される。上記ローカル発振器LO12は、上記基準信号(fref1)の周波数によりロックされるが、該ロック機能は本発明によりIF周波数同期(fIF11=fIF21)を実現するための必須の条件ではないので、上記周波数生成回路Synthesizerからの矢印を点線で示している。

【0033】次に、受信変換装置においては、マイクロ波伝送路SHFにより伝送されてきた送信変換装置からのマイクロ波信号を、図示されないアンテナおよび入力フィルタを介してを受信し、マイクロ波入力端子4よりミキサー回路M3に入力され、さらに、上記ミキサー回路M3に接続されたローカル発振器LO22のローカル周波数fL22により周波数変換(ダウン・コンバージョン)されて、該ミキサー回路M3の出力より分波回路 分波の入力端子「in」に入力され、上記分波回路 分波の出力端子42より、その中心周波数がfIF22なる主信号が出力されてミキサー回路M4に入力され、分波回路 分波の出力端子41および43より、その周波数がfP1r'およびfP2r'なる2波のパイロット信号P1、P2が分波されて抽出される。抽出された該2波のパイロット信号P1、P2はミキサー回路M6により2波の差の周波数を発生させ、該差の周波数のみを上記BPF2により抽出し、上記周波数生成回路Synthesizerの端子33に基準信号入力として与えることにより、該周波

9

数生成回路Synthesizerは上記差の周波数を基準に出力端子31の出力信号（周波数：fP2r）および出力端子34への基準周波数fREF2（この実施例では10MHz）を生成する。

【0034】更に、上記分波回路 分波の出力マイクロ波出力端子43からの信号（周波数はfP2r'）は、上記周波数生成回路Synthesizerの出力端子31からの生成周波数fP2rとともに上記ミキサ回路M5にも接続され、上記ミキサ回路M5において混合されて、上記ミキサ回路 M5 出力には、その差の周波数fP2r'-fP2r なる周波数の信号が得られる。上記ミキサ回路 M4 においては、その中心周波数がfIF22なる主信号が、上記ミキサ回路 M5 の出力をローカル信号として、その中心周波数がfIF21に周波数変換され、さらに上記バ

$$\text{受信中間変換主信号} : f_{IF22} = f_{IF11} + f_{L11} + f_{L12} - f_{L22}$$

$$\text{受信中間出力 P 1 信号} : f_{P1r'} = f_{P1s} + f_{L11} + f_{L12} - f_{L22}$$

$$\text{受信中間出力 P 2 信号} : f_{P2r'} = f_{P2s} + f_{L11} + f_{L12} - f_{L22}$$

となる。

$$\begin{aligned} \text{受信最終変換主信号} : f_{IF21} &= f_{IF22} - (f_{P2r'} - f_{P2r}) \\ &= f_{IF11} + f_{L11} + f_{L12} - f_{L22} - (f_{P2s} + f_{L11} + \\ &\quad f_{L12} - f_{L22} - f_{P2r}) \end{aligned}$$

となり、送信側で基準周波数に基づいて生成したパイロット信号P2の周波数fP2s と、受信側での基準周波数に基づいて生成したパイロット信号P2の周波数 fP2r が全く同一周波数であれば、受信最終変換主信号の中心周波数 fIF21は、送信変換装置の I F 信号入力端子1か

$$\text{受信中間出力 P 1 信号} : f_{P1r'} = f_{P1s} + f_{L11} + f_{L12} - f_{L22}$$

$$\text{受信中間出力 P 2 信号} : f_{P2r'} = f_{P2s} + f_{L11} + f_{L12} - f_{L22}$$

より、受信側においても、抽出された2波のパイロット 30 信号の周波数の差 (fP2r' - fP1r') を求めると、

$$\begin{aligned} f_{P2r'} - f_{P1r'} &= f_{P2s} + f_{L11} + f_{L12} - f_{L22} - (f_{P1s} + f_{L11} + f_{L12} - f_{L22}) \\ &= f_{P2s} - f_{P1s} \end{aligned}$$

となり、送信変換装置および受信変換装置のすべての周波数変換に用いられたローカル発振周波数 (fL11 、 fL12 、 fL22) の変動に関わらず、送信変換装置での2波のパイロット信号の周波数差は、受信変換装置で抽出した2波のパイロット信号の周波数差と同一となる。

【0039】すなわち、上記受信変換装置の基準信号周波数 fref2 を、受信側において抽出された2波のパイロット信号の周波数の差 (fP2r' - fP1r') の周波数を基準に生成することにより、

$$f_{ref1} = f_{ref2}$$

が実現され、上記受信変換装置の基準信号信号周波数 fref2 を基準に生成したパイロット信号P2の周波数 fP2r を、送信側で基準周波数 fref1 に基づいて生成したパイロット信号P2の周波数 fP2s と全く同一周波数にすることができる。

【0040】このようにして、上記の条件、すなわち、fP2s = fP2r を満たすことができ、受信最終変換主信号の中心周波数：fIF21は、

(6)

特開2000-151553

10

ンドパスフィルターBPF1により、送信側で I F 信号に付加されたすべてのパイロット信号成分を除去され、元の I F 信号のみが I F 信号出力端子5へ出力される。

【0035】以上のようにして、受信変換装置の出力の I F 信号出力端子5には、4回の周波数変換をうけて得られた I F 信号が得られるのであるが、以下に示すように、送信変換装置出力において、主信号の中心周波数、P1およびP2の周波数は、

$$\text{送信変換出力主信号} : f_{IF11} + f_{L11} + f_{L12}$$

$$\text{送信変換出力 P 1 信号} : f_{P1s} + f_{L11} + f_{L12}$$

$$\text{送信変換出力 P 2 信号} : f_{P2s} + f_{L11} + f_{L12}$$

となる。

【0036】受信変換装置においては、最初の周波数変換による中間の周波数は、

【0037】

$$= f_{IF11} - (f_{P2s} - f_{P2r})$$

らの主信号の中心周波数 fIF11と完全に一致し、伝送による主信号の周波数ずれが生じないことが分かる。

【0038】一方、さらに、パイロット信号P1およびP2については、

$$f_{IF21} = f_{IF11} - (f_{P2s} - f_{P2r})$$

より、

$$f_{IF21} = f_{IF11}$$

となり、送信変換装置および受信変換装置の周波数変換に用いられたマイクロ波帯のローカル発振周波数 (fL12 、 fL22) の変動に関わらず、伝送された主信号の周波数ずれは生じない伝送装置が実現されるのである。

【0041】尚、送信変換装置の基準周波数は、基準信号入力端子2からの基準信号を基準にして生成させることにより、外部からの基準信号に周波数ロックさせることができ、更に、受信変換側においては、送信側と同一周波数で再生された基準周波数fREF2を基準周波数出力端子6より出力することができるのである。

【0042】以上のように、送信変換装置のマイクロ波帯のローカル発振器L012および受信変換装置のマイクロ波帯のローカル発振器L022の周波数変動/位相変動の影響を受けることなく、全く周波数のずれのない I F 主信号および全く周波数のずれのない基準信号を安定に

50

伝送することができるのである。

【0043】このことにより、

(1) 従来技術では最大の課題であったマイクロ波ローカル発振器の性能すなわち周波数精度、周波数安定度、周波数・位相雑音およびマイクロフォニック雑音に対する要求が極度に緩和され、現在の確立された技術範囲で経済的に実現できる。

(2) 地上波デジタルテレビ放送システムにおいて、同じスタジオからのOFDM変調されたIF信号を本実施例の信号伝送装置により、各放送所の放送装置に分配することにより、各局放送波の周波数を一致させることができるので、容易にSFN(単一周波数網)による地上波デジタルテレビ放送が実現されるというすぐれた効果が期待できる。

【0044】図4はこの発明の第2の実施例を示すブロック図であって、送信変換は送信側に設置される送信変換装置であり、受信変換は、受信側即ち、伝送距離だけ離れた受信地点に設置される受信変換装置であり、送信変換における周波数変換が1回であることと、受信変換における2回目の変換用ローカル発振信号の処理、発生方法が異なること、および受信変換装置の基準周波数制御用の2波のパイロット信号抽出が、2回目の周波数変換の後であることとを除いては、第1の実施例と同様である。

【0045】IF信号入力端子1は、送信装置へのIF信号の入力端子であって、合波回路の一つの入力端子62に接続される。基準信号入力端子2は、周波数生成回路Synthesizerの端子55へ接続され、外部の基準信号源からの基準信号が入力される。尚、図4のブロック図においても第1の実施例の説明同様、送信変換装、受信変換装置とも、本発明の説明に直接関係しない場合は、実際には必要な増幅器やフィルターの図示を省略している。

【0046】送信変換装置は、合波回路 合波、周波数生成回路Synthesizer、マイクロ波帯の第2ローカル発振器 LO112、フェーズロックループ発振器 PLL OSCおよびミキサー回路 M12より構成され、上記周波数生成回路Synthesizerの端子55には、上記基準信号入力端子2からの基準信号周波数信号fref1が接続され、該基準信号周波数信号fref1を基準として2種類の周波数fp1s、fp2sを生成して上記周波数生成回路Synthesizerの出力端子51および52より出力するとともに、その出力端子51、出力端子52からの2波と上記IF信号入力端子1からのIF信号とをそれぞれ上記合波回路 合波の入力端子62、61、および63から入力し、上記合波回路 合波の出力端子「out」からの合波して得られる複数波の信号出力を、ミキサー回路 M12により、上記ローカル発振器 LO112によりマイクロ波帯に周波数変換して上記マイクロ波出力端子3より出力するように構成される。

【0047】受信変換装置は、分波回路 分波1、分波回路 分波2、周波数生成回路Synthesizer、マイクロ波帯の第2ローカル発振器 LO22、3つのミキサー回路 M3、M4、M6、M25、バンドパスフィルター BPF1、バンドパスフィルターBPF2およびバンドパスフィルター BPF3より構成され、上記マイクロ波入力端子4からの受信マイクロ波信号と上記ローカル発振器LO22とは、上記ミキサー回路 M3に接続され、該ミキサー回路 M3出力は分波回路 分波1の入力端子「in」に接続され、分波回路 分波1の出力出力端子83よりのパイロット信号の1波がミキサー回路 M25の入力へ、周波数生成回路Synthesizer出力71から上記ミキサー回路 M25の別の入力へ、上記ミキサー回路 M25の出力はバンドパスフィルター BPF3の入力へ、該バンドパスフィルター BPF3の出力はフェーズロックループ発振器 PLL OSCの基準信号として入力される。

【0048】更に、上記ミキサー回路 M4には、上記フェーズロックループ発振器 PLL OSCの発振出力および上記分波回路 分波1の出力端子82からの出力とが接続され、該ミキサー回路 M4の出力は、更にもう一つの分波回路 分波2に入力される。

【0049】上記分波回路 分波2の出力91および93は、上記ミキサー回路 M6に入力され、上記ミキサー回路 M6の出力は上記BPF2を介して上記周波数生成回路Synthesizerの入力端子73へ、上記分波回路 分波2の出力92は上記バンドパスフィルターBPF1を介してIF信号出力端子5へ出力されるように、更に、上記周波数生成回路Synthesizerの端子74から基準周波数fREF2が基準周波数出力端子6へ出力される。

【0050】送信変換装置においては、まず、合波回路 合波において、IF信号入力端子1からの主信号(OFDM変調波、中心周波数:fIF11、IF帯に挿入されたパイロット信号を含まない部分を以後IF主信号と呼ぶ)および周波数生成回路Synthesizerで生成した2波のパイロット信号P1、P2(周波数:fp1s、fp2s)の3系統の信号が合成され、合成信号をミキサー回路 M1により一括して、ローカル発振器 LO12のローカル発振周波数により、マイクロ波帯へ周波数変換(アップ・コンバージョン)され、図示されない送信周波数帯のBPFを介して、図示されない送信アンテナより送信される。

【0051】上記ローカル発振器 LO12は、上記基準周波数(fref1)によりロックされるが、該ロック機能は本発明によりIF周波数同期(fIF11=fIF21)を実現するための必須の条件ではないので、上記周波数生成回路Synthesizerからの矢印を点線で示している。

【0052】次に、受信変換装置においては、マイクロ波伝送路SHFにより伝送されてきた送信変換装置からのマイクロ波信号を、図示されないアンテナおよび入力フィルタを介してを受信し、マイクロ波入力端子4よりミ

13

キサー回路 M3に入力され、さらに、上記ミキサー回路 M3に接続されたローカル発振器 LO22のローカル周波数fL22により周波数変換（ダウン・コンバージョン）されて、該ミキサー回路 M3出力より分波回路 分波1の入力端子「in」に入力され、上記分波回路 分波1の出力端子82より、その中心周波数がfIF22rなる主信号、パイロット信号P2およびパイロット信号P2を含むIF信号が出力されて、ミキサー回路 M4に入力され、同時に分波回路 分波1の出力端子83より、その周波数がfP2rr'なるパイロット信号P2が分波されて抽出される。

【0053】上記分波回路 分波1の出力端子83からの信号（周波数はfP2rr'）は、上記周波数生成回路Synthesizerの出力端子71からの生成周波数fP2rrとともに上記ミキサー回路M25にも接続され、上記ミキサー回路M25においては混合されて、上記ミキサー回路 M25の出力には、その差の周波数fP2rr'-fP2rrなる周波数の信号を通過させるバンドパスフィルター BPF3が挿入されているので、上記差の周波数fP2rr'-fP2rrが得られる。

【0054】上記BPF3出力に得られたfP2rr'-fP2rrなる周波数の信号が、フェーズロックループ発振器 PLL

OSCの基準信号として入力されるので、該フェーズロックループ発振器 PLL OSCの発振出力として、周波数fP2rr'-fP2rrの信号が得られるのであるが、上記フェーズロックループ発振器 PLL OSCのループ帯域および上記BPF3の通過帯域を所与の大きさに設定されているとすると、上記フェーズロックループ発振器 PLL OSC出力の周波数および位相は、その大意域内の周波数成分においては、入力の基準信号の周波数・位相変動に追従する。

【0055】一方、上記ミキサー回路 M4の出力には、上記フェーズロックループ発振器PLL OSCの

$$\text{受信中間変換主信号} : f_{IF22r} = f_{IF11} + f_{L12} - f_{L22}$$

$$\text{受信中間出力P1信号} : f_{P1rr'} = f_{P1s} + f_{L12} - f_{L22}$$

$$\text{受信中間出力P2信号} : f_{P2rr'} = f_{P2s} + f_{L12} - f_{L22}$$

となる。

$$\text{受信最終変換主信号} : f_{IF21} = f_{IF22r} - (f_{P2rr'} - f_{P2rr})$$

$$= f_{IF11} + f_{L12} - f_{L22} - (f_{P2s} + f_{L12} - f_{L22}$$

$$- f_{P2rr})$$

$$= f_{IF11} - (f_{P2s} - f_{P2rr})$$

となり、送信側で基準周波数に基づいて生成したパイロット信号P2の周波数fP2sと、受信側での基準周波数に基づいて生成したパイロット信号P2の周波数fP2rrが全く同一周波数であれば、受信最終変換主信号の中心周波数fIF21は、送信変換装置のIF信号入力端子1からの主信号の中心周波数fIF11と完全に一致し、伝送による主信号の周波数ずれが生じないことが分かる。

【0060】一方、さらに、パイロット信号P1および

$$f_{P2rrx} - f_{P1rrx} = f_{P2s} + f_{L11} + f_{L12} - f_{L22} - (f_{P2rr'} - f_{P2rr})$$

(8)

特開2000-151553

14

発振出力により一括して周波数変換された、IF主信号および2波のパイロット信号が含まれるが、もう一つに分波回路 分波2によって3波に分波され、上記分波回路 分波2の出力91および93からは、2波のパイロット信号（その周波数はfP1rrおよびfP2rr）が上記ミキサー回路 M6に入力されるので、上記ミキサー回路 M6の出力にはその差の周波数成分が得られ、上記BPF2によりその差の周波数成分即ち10MHzのみを抽出され、上記周波数生成回路Synthesizerの端子73への基準信号として入力されるので、第1の実施例と同様に、上記周波数生成回路Synthesizerはその差の周波数「fP2rr - fP1rr」を基準として受信変換装置側での基準周波数を発生させる。

【0056】上記分波回路 分波2の出力端子92には、上記2波のパイロット信号の通過を阻止し、IF主信号のみを通過させるバンドパスフィルターBPF1が挿入されるので、IF信号出力端子5には2波のパイロット信号が除去されたIF主信号（その中心周波数はfIF21）が出力され、更に、上記周波数生成回路Synthesizerの端子74から基準周波数fREF2が基準周波数出力端子6へ出力されるのである。

【0057】以上のようにして、受信変換装置の出力のIF信号出力端子5には、3回の周波数変換をうけて得られたIF信号が得られるのであるが、以下に示すように、送信変換装置出力において、主信号の中心周波数、P1およびP2の周波数は、
送信変換出力主信号 : $f_{IF11} + f_{L12}$
送信変換出力P1信号 : $f_{P1s} + f_{L12}$
送信変換出力P2信号 : $f_{P2s} + f_{L12}$
となる。

【0058】受信変換装置においては、最初の周波数変換による中間の周波数は、

【0059】

P2について、

$$\text{受信中間出力P1信号} : f_{P1rr'} = f_{P1s} + f_{L12} - f_{L22}$$

$$\text{受信中間出力P2信号} : f_{P2rr'} = f_{P2s} + f_{L12} - f_{L22}$$

であり、さらに上記ミキサー回路M4のローカル周波数(fP2rr'-fP2rr)により変換されるので、受信側においても、抽出された2波のパイロット信号の周波数の差(fP2rrx - fP1rrx)を求めると、

【0061】

$$\begin{aligned}
 &= (fP1s + fL11 + fL12 - fL22 - (fP2rr' - fP2rr)) \\
 &= fP2s - fP1s
 \end{aligned}$$

となり、送信変換装置および受信変換装置のすべての周波数変換に用いられたローカル発振周波数（ $fL11$ 、 $fL12$ 、 $fL22$ ）の変動に関わらず、送信変換装置での2波のパイロット信号の周波数差は、受信変換装置で抽出した2波のパイロット信号の周波数差と同一となり、上記受信変換装置の基準信号周波数 $fref2$ を、受信側において抽出された2波のパイロット信号の周波数の差（ $fP2r' - fP1r'$ ）の周波数を基準に生成することにより、

$$fref1 = fref2$$

が安定的に実現され、

【0062】上記受信変換装置の基準信号周波数 $fref2$ を基準に生成したパイロット信号 $P2$ の周波数 $fP2r$ を、送信側で基準周波数 $fref1$ に基づいて生成したパイロット信号 $P2$ の周波数 $fP2s$ と全く同一周波数にすることができるので、上記の条件、すなわち、 $fP2s = fP2r$ を満たすことができ、受信最終変換主信号の中心周波数： $fIF21$ は、

$$fIF21 = fIF11 - (fP2s - fP2r)$$

より、

$$fIF21 = fIF11$$

となり、送信変換装置および受信変換装置の周波数変換に用いられたマイクロ波帯のローカル発振周波数（ $fL12$ 、 $fL22$ ）の変動に関わらず、伝送された主信号の周波数ずれは生じない伝送装置が実現されるのである。

【0063】尚、送信変換装置の基準周波数は、基準信号入力端子 2 からの基準信号を基準にして生成させることにより、外部からの基準信号に周波数ロックさせることができ、更に、受信変換側においては、送信側と同一周波数で再生された基準周波数 $fREF2$ を基準周波数出力端子 6 より出力することができるのである。

【0064】以上のように、送信変換装置のマイクロ波帯のローカル発振器 $L012$ および受信変換装置のマイクロ波帯のローカル発振器 $L022$ の周波数変動／位相変動の影響を受けることなく、全く周波数のずれのない IF 主信号および全く周波数のずれのない基準信号を安定に伝送することができるのである。

【0065】このことは、第1の実施例の場合同様

(1) 従来技術では最大の課題であったマイクロ波ローカル発振器の性能すなわち周波数精度、周波数安定度、周波数・位相雑音およびマイクロフォニック雑音に対する要求が極度に緩和され、現在の確立された技術範囲で経済的に実現できる。

(2) 地上波デジタルテレビ放送システムにおいて、同じスタジオからの $OFDM$ 変調された IF 信号を本実施例の信号伝送装置により、各放送所の放送装置に分配することにより、各局放送波の周波数を一致させることができるので、容易に SFN （単一周波数網）による地上

波デジタルテレビ放送が実現されるというすぐれた効果が期待できる。

【0066】第1の実施例および第2の実施例においては、2地点間の信号伝送装置として説明したが、図5に示すように本発明の伝送装置を多段に接続して、 IF 信号と基準周波数を放送所に中継する装置として用いると、すべての中継所における IF 信号周波数と基準信号周波数が同一となるため、この同一周波数の IF 信号を周波数変換して得られる $OFDM$ 信号の放送波を送信する放送用送信機のローカル周波数の基準信号として、全く同一周波数の上記基準周波数を用いることにより完全な、 SFN （単一周波数網）の方送システムを実現することができる。

【0067】また、第1および第2の実施例では、基準周波数の伝送に2波のパイロット周波数の差を利用したが、2波の内の一は第1および第2の実施例のパイロット信号 $P2$ 同様に、周波数・位相変動吸収に用い、もう1波のパイロット信号を送送すべき基準周波数で変調して、受信側で復調して得られる基準周波数により、送受の基準周波数の同一化をおこなうことができること、あるいは、2波のパイロットの内少なくとも1波に本発明の目的を損なわないレベルの変調をかけることが可能であり、補助信号の伝送に利用することもできる。

【0068】第1および第2の実施例においては、マイクロ波帯に変換した信号を無線伝送する例で説明したが、 E/O 変換によりマイクロ波帯の伝送信号を光信号に直線変換し、光ファイバーで伝送し、受信側で O/E 変換により、再び電気信号に変換するような構成であっても、同様の効果が実現される。これらの実施例においては、ローカル発振器の位相雑音や周波数変動の影響の大きいマイクロ波帯に変換しての伝送について説明したが、マイクロ波帯に限ったものではなく、どんな周波数帯に変換した場合でも、すべて同様の効果が実現されることは明らかである。

【0069】信号伝送に光ファイバを用いる実施例の構成を図6に示す。図6においても第1の実施例同様、送信変換は送信側に設置される送信変換装置であり、受信変換は、受信側即ち、伝送距離だけ離れた受信地点に設置される受信変換装置である。

【0070】 IF 信号入力端子 1 は、主に図示されない $OFDM$ 変調器の IF 出力に接続され、 IF 周波数帯の $OFDM$ 信号が入力される。基準信号入力端子 2 は、図示されない基準信号源に接続され、高安定の基準周波数が入力される。この実施例では、基準周波数は $10MHz$ である。図6の構成においては、上記の2種類の信号、即ち、 IF 信号および基準信号を受けて上記 IF 信号をマイクロ波帯の信号に変換して、さらに E/O 変換器により光信号にし、光信号出力端子 3 より光ファイバ

17

一を介して送信する送信変換装置および上記光信号を光ファイバーを介して光信号入力端子4により受けて、O/E変換器により電気信号にし、再びIF信号に変換して、IF信号出力端子5より出力する受信変換装置の2つの装置で構成される。図6のブロック図においては、送信変換装、受信変換装置とも、本発明の説明に直接関係しない場合は、実際には必要な増幅器やフィルターの図示を省略している。

【0071】送信変換装置は、合波回路 合波、周波数生成回路Synthesizer、マイクロ波帯の第2ローカル発振器 LO12 および 2つのミキサー回路 M1、M2に加えて、補助信号入力端子7、補助信号符号化器 COD、パイロット信号変調器 MOD、送信フィルター BPF-TおよびE/O変換器 E/Oにより構成され、上記周波数生成回路Synthesizerの端子5bには、上記基準信号入力端子2からの基準信号周波数信号fref1が接続され、該基準信号周波数信号fref1を基準として3種類の周波数fpl1s、fp2s、fL12を生成して上記周波数生成回路Synthesizerの出力端子1b、出力端子2bおよびマイクロ波出力端子4bより出力する。

【0072】これとともに、その出力端子1bからのパイロット信号Plsを上記合波のIF信号入力端子1aへ、端子2bからのパイロット信号P2sを上記パイロット信号変調器MODの端子「1eへ、上記パイロット信号変調器の出力端子2eからの被変調信号と上記出力端子1からのIF信号とを上記合波回路 合波の入力端子3aおよび入力端子2aから入力し、上記合波回路 合波の出力端子「out」からの合波して得られる複数波の信号出力と、上記周波数生成回路Synthesizer3bからの第3の出力信号とを上記ミキサー回路 M1によりヘテロダイン変換して得られる変換信号を、更にもう一つのミキサー回路 M2により、上記第2ローカル発振器 LO12によりマイクロ波帯に周波数変換して得られるマイクロ波信号を送信フィルターBPF-Tを介して得られる送信周波数のみのマイクロ波電気信号をE/O変換器に接続し、光信号に変換して光信号出力端子3より出力するように構成される。

【0073】受信変換装置は、分波回路 分波、周波数生成回路Synthesizer、マイクロ波帯の第2ローカル発振器LO22、3つのミキサー回路 M3、M4、M5、バンドパスフィルター BPF1、バンドパスフィルター BPF2、O/E変換器O/E、受信フィルターBPF-R、パイロット信号復調器DEMO1、パイロット信号復調器DEMO2、補助信号復号器DECおよび補助信号出力端子8より構成され、上記光信号入力端子4からの光信号はO/E変換器O/Eにより電気信号に変換されたマイクロ波帯信号と、上記ローカル発振器 LO22とは、上記ミキサー回路 M3に接続され、該ミキサー回路 M3出力は分波回路 分波の入力端子「in」に接続され、分波回路 分波のマイクロ波出力端子1cからのパイロット信号はパ

(10)

特開2000-151553

18

イロット信号復調器DEMO1およびパイロット信号復調器DEMO2に接続され、該パイロット信号復調器DEMO1出力が、BPF2を介して上記周波数生成回路Synthesizerの端子5dへ、更に該パイロット信号復調器DEMO1出力は上記補助信号復号器DECに接続され、復号出力は補助信号出力端子8に接続される。上記分波回路 分波の出力端子1cからの信号(周波数はfpl1r')と、上記周波数生成回路Synthesizerの出力端子1dからの生成周波数fpl1rとは上記ミキサー回路 M5により混合されてその差の周波数fpl1r'-fpl1rの信号の出力と分波の出力端子2cからの出力とが上記ミキサー回路 M4に接続され、該ミキサー回路 M4出力は上記バンドパスフィルターBPF1を介してIF信号出力端子5へ出力されるように構成される。

【0074】さらに、上記周波数生成回路Synthesizerの端子「8」から基準周波数fREF2が基準周波数出力端子6より出力されるように構成される。

【0075】なお、この第3の実施例の回路の動作に関して、以下の点が第1の実施例と異なる。送信変換装置

20

(1) まず、基準信号の伝送方法が、2波のパイロット信号の差の周波数から、パイロット信号の変調周波数にした点であり、パイロット信号変調器MODにおいて、上記周波数生成回路Synthesizerの端子6bより基準周波数の整数分の1の周波数を変調信号とし、上記周波数生成回路Synthesizerの出力端子2bからのパイロット信号P2を搬送波とした、例えばFM変調された被変調信号を上記合波回路 合波の入力端子3aより入力し、パイロット信号P1と共にIF信号に付加したこと。

30

(2) 更に、上記パイロット信号変調器は、別の変調入力端子4eによるAM変調機能を備え、リモコン信号等の低速補助信号を入力する上記補助信号入力端子7からの補助信号を受けて、上記補助信号符号化器によりAM変調入力としてのコードに変換され、低速のAM変調を行う。この補助信号とは例えば制御や監視用のオン・オフ信号である。

(3) 上記ミキサー回路M2の出力の中から、送信フィルターBPF-Tにより、送信すべき周波数帯のマイクロ波信号を選択し、上記E/O変換器E/Oにより、電気信号を光信号に直線変換して、上記光信号出力端子3より出力する。

40

【0076】受信変換装置においては、

(1) 光信号入力端子4からの光信号が、上記O/E変換器O/Eによりマイクロ波帯の電気信号に変換され、受信フィルターBPF-Rを介して、必要な帯域のマイクロ波受信信号が上記ミキサー回路M3に入力される。

(2) 上記分波回路 分波 のIF信号入力端子1cより分波抽出されたパイロット信号P1の周波数fpl1r'および上記周波数生成回路Synthesizerの出力端子1cからの生成周波数fpl1rとは上記ミキサー回路 M5により混

50

合されてその差の周波数 $f_{plr}' - f_{plr}$ の信号をローカル信号として、上記ミキサ回路 M4 に与えられる。(実施例1とは逆に主信号よりも低い側に付加されたパイロット信号P1を第2の受信変換におけるローカル信号処理のため、即ち、周波数・位相変動キャンセル用に用いたこと。)

(3) 上記分波回路 分波 のマイクロ波出力端子 3 c より分波抽出された変調されたパイロット信号P2は、第一のパイロット信号復調器 DEMO1によりFM復調され、その復調信号よりバンドパスフィルタBPF2により変調周波数成分のみを抽出し、得られた単一周波数信号を上記周波数生成回路Synthesizerの基準周波数入力として与え、上記周波数生成回路Synthesizerを送信側と同一の基準周波数に基づく動作を実現する。

(4) 上記分波回路 分波 のマイクロ波出力端子 3 c より分波抽出された変調されたパイロット信号P2は、第二のパイロット信号復調器 DEMO2によりAM復調され、補助信号復号器により復調信号コードから補助信号を得る。

【0077】第1の実施例とは上記の7点が異なるが、まず、伝送路がマイクロ波無線回線ではなく、光ファイバーにより伝送することが、マイクロ波の電気信号を直線的に即ちアナログ的に光信号に変換するE/O変換器および、受信側で再び直線的に電気信号に変換するO/E変換器を備えることにより可能となる。次に、送信側でパイロット信号P2にFM変調した変調信号が送信側の基準周波数 f_{REF1} を基準に生成されているので、受信側でFM復調して得られた復調信号は送信側と変調周波数と同一であること、また被変調信号が周波数変換されても周波数変換前後の被変調信号の変調信号の周波数は変動しないことは周知であり、この復調信号を基準信号として受信側の基準信号周波数 f_{REF2} を生成することにより、送信側の基準周波数 f_{REF1} と受信側の基準信号周波数 f_{REF2} とを全く同一にすることが可能である。

【0078】周波数・位相変動をキャンセルさせるためのパイロット信号は、第1、第2の実施例の場合のように必ずしも主信号よりも周波数が高い側のパイロット信号P2である必要はなく、更に2波とも高い側にあっても、低い側にあってもよいことは、特に第1の実施例の効果の説明においてパイロット信号周波数の高低関係の制限のある要素が存在しなかったことから分かる。それゆえ第3の実施例においては、IF周波数安定化の処理回路のためには、あえて、主信号よりも周波数が低い側のパイロット信号P1を用いる構成となっている。

【0079】こうして送信側および受信側で全く同一の基準周波数を生成することが可能となるので、パイロット信号P1を用いた場合でも、パイロット信号P1は、送信変換装置において主信号と共に一括で変換され、受信装置においてもM3において主信号と共に一括で変換され、分波回路 分波 から分波抽出されたパイロット信

号P1は主信号が上記周波数変換で受けた周波数・位相変動分と同じ変動を受けているので、第1の実施例と全く同様にIF信号の周波数・位相変動をキャンセルするためのローカル信号即ちM5出力を生成するために用いることができ、さらに上記で説明したように送信側および受信側で全く同一の基準周波数を生成することが可能となるので、第1の実施例同様に全く同一周波数のIF出力と基準周波数を出力する信号伝送装置が実現される。

【0080】さらに、この実施例では、上記パイロット信号変調器MODには、変調入力端子4eによるAM変調機能が備えられているので、上記補助信号入力端子7からのリモコン信号等の低速補助信号が、上記補助信号符号化器によりAM変調入力としてのコードに変換され、低速のAM変調信号として、上記変調入力端子「4」を与えられると、上記パイロット信号P2はFM変調に加えて、浅いAM変調を受ける。しかしながら、このAM変調は低速かつ低変調度のゆえに、上記FM復調による基準周波数成分抽出には影響を与えない。こうして補助信号の伝送が可能になるわけであるが、この補助信号とは例えば制御や監視用のオン・オフ信号の伝送に用いることができる。

【0081】補助信号の伝送のためにこの実施例では基準周波数伝送用のパイロット信号にAM変調を行う例を示したが、第1および第2の実施例のいずれのパイロット信号に対して、低速かつ低変調度のAM変調を行っても、周波数同期や周波数・位相変動除去機能を損なうことなく補助信号の伝送が可能となる。

【0082】尚、どの実施例においても図示されていないが、これらの実施例で付加したパイロット信号の少なくともいずれか一波を抽出して検波することにより、信号伝送装置のAGC機能実現のための信号レベル検出が容易に実現される。

【0083】

【発明の効果】以上説明したように、マイクロ波を光信号に直線変換して伝送する装置においても、本発明の周波数・位相雑音低減とIF周波数および基準周波数の正確な伝送が可能になり、光ファイバー伝送網を用いたSFN放送システムの構築が容易に実現できる優れた信号伝送装置を提供することができる。

【0084】また、受信変換装置の出力のIF信号出力端子5には、4回の周波数変換をうけて得られたIF信号が得られるのであるが、以下に示すように、送信変換装置出力において、主信号の中心周波数、P1およびP2の周波数は、

送信変換出力主信号 : $f_{IF11} + f_{L11} + f_{L12}$

送信変換出力P1信号 : $f_{P1s} + f_{L11} + f_{L12}$

送信変換出力P2信号 : $f_{P2s} + f_{L11} + f_{L12}$

となる。

【0085】受信変換装置においては、最初の周波数変

換による中間の周波数は、

$$\text{受信中間変換主信号} : f_{IF22} = f_{IF11} + f_{L11} + f_{L12} - f_{L22}$$

$$\text{受信中間出力 P 1 信号} : f_{P1r'} = f_{P1s} + f_{L11} + f_{L12} - f_{L22}$$

$$\text{受信中間出力 P 2 信号} : f_{P2r'} = f_{P2s} + f_{L11} + f_{L12} - f_{L22}$$

となる。

【0086】

$$\begin{aligned} \text{受信最終変換主信号} : f_{IF21} &= f_{IF22} - (f_{P1r'} - f_{P1r}) \\ &= f_{IF11} + f_{L11} + f_{L12} - f_{L22} - (f_{P1s} + f_{L11} + f_{L12} - f_{L22} - f_{P1r}) \\ &= f_{IF11} - (f_{P1s} - f_{P1r}) \end{aligned}$$

となり、送信側で基準周波数に基づいて生成したパイロット信号 P 2 の周波数 f_{P2s} と、受信側での基準周波数に基づいて生成したパイロット信号 P 2 の周波数 f_{P2r} が全く同一周波数であれば、受信最終変換主信号の中心周波数 f_{IF21} は、送信変換装置の I F 信号入力端子 1 からの主信号の中心周波数 f_{IF11} と完全に一致し、伝送による主信号の周波数ずれが生じないことが分かる。

【0087】このことは、第1、第2の実施例同様に、送信変換装置および受信変換装置の周波数変換に用いられたマイクロ波帯のローカル発振周波数 (f_{L12} 、 f_{L22}) の変動に関わらず、伝送された主信号の周波数ずれは生じない伝送装置が実現されるのである。

【0088】尚、送信変換装置の基準周波数は、基準信号入力端子 2 からの基準信号を基準にして生成させることにより、外部からの基準信号に周波数ロックさせることができ、更に、受信変換側においては、送信側と同一周波数で再生された基準周波数 f_{REF2} を基準周波数出力端子 6 より出力することができるのである。

【0089】以上のように、送信変換装置のマイクロ波帯のローカル発振器 L012 および受信変換装置のマイクロ波帯のローカル発振器 L022 の周波数変動／位相変動の影響を受けることなく、全く周波数のずれのない I F 主信号および全く周波数のずれのない基準信号を安定に伝送することができるのである。

【0090】以上説明したように、この実施例の信号伝送装置においても、

(1) 従来技術では最大の課題であったマイクロ波ローカル発振器の性能すなわち周波数精度、周波数安定度、周波数・位相雑音およびマイクロフォン雑音に対する要求が極度に緩和され、現在の確立された技術範囲で経済的に実現できる。

(2) 地上波デジタルテレビ放送システムにおいて、同じスタジオからの OFDM 変調された I F 信号を本実施例の信号伝送装置により、各放送所の放送装置に分配することにより、各局放送波の周波数を一致させることができるので、容易に SFN (単一周波数網) による地上波デジタルテレビ放送が実現されるというすぐれた効果が期待できる。

(3) さらに、補助信号の伝送が可能のため、スタジオから各放送所へ放送波を分配するとき中継装置に用いる場合は、リモコン制御や監視用の信号のために別回線を設ける必要が無い。

といった優れた伝送装置が実現される。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第1の実施例の信号伝送装置ブロック図

【図 2】従来の信号伝送装置ブロック図

【図 3】パイロット信号と主信号の配置例

【図 4】本発明の第2の実施例の信号伝送装置ブロック図

【図 5】本発明の伝送装置を用いた SFN 放送システムのブロック図

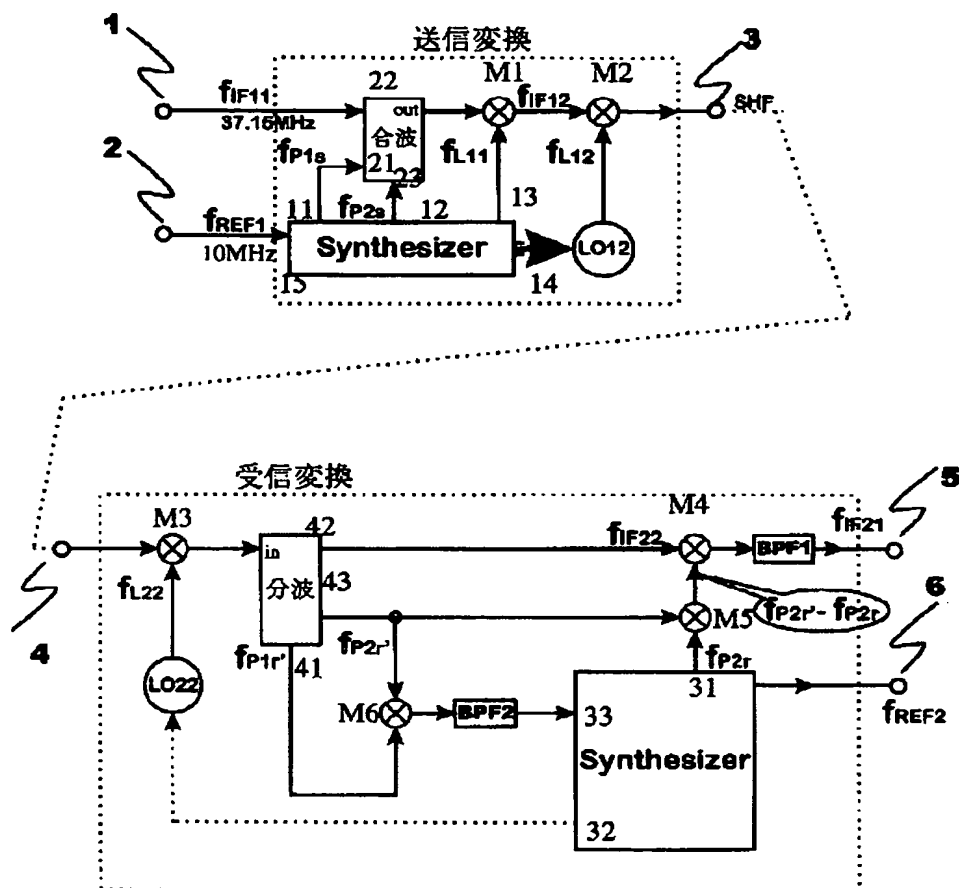
【図 6】本発明の信号伝送装置の他の利用形態を説明するブロック図

【図 7】周波数生成装置の構成を説明するブロック図

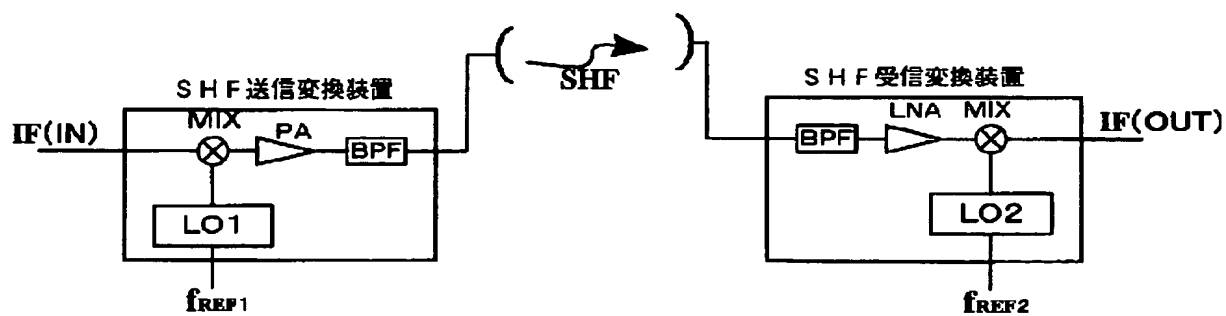
【符号の説明】

- 1 I F 信号入力端子
- 2 基準信号入力端子
- 3 マイクロ波出力端子
- 4 マイクロ波入力端子
- 5 I F 信号出力端子
- 6 基準周波数出力端子
- 7 補助信号入力端子

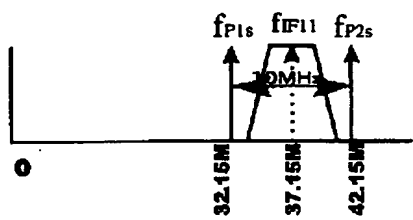
【図1】



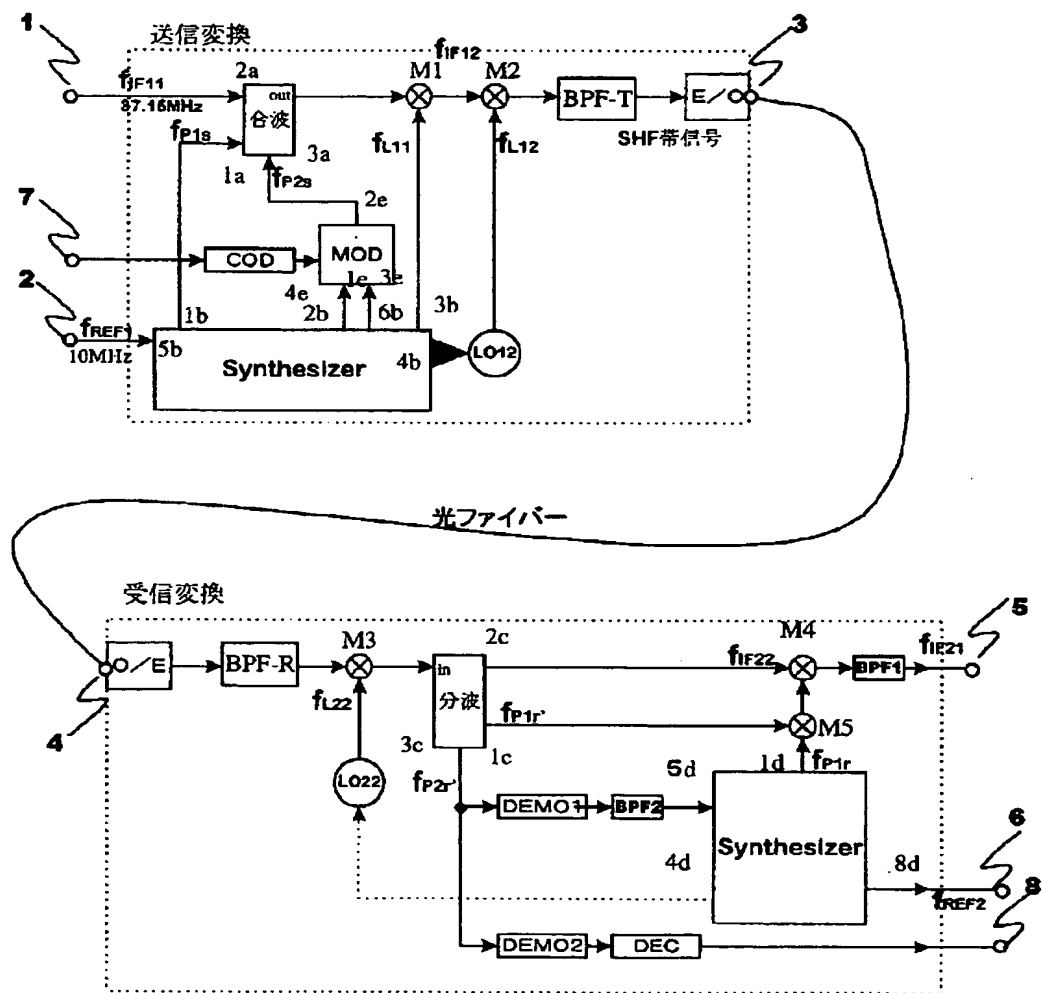
【図2】



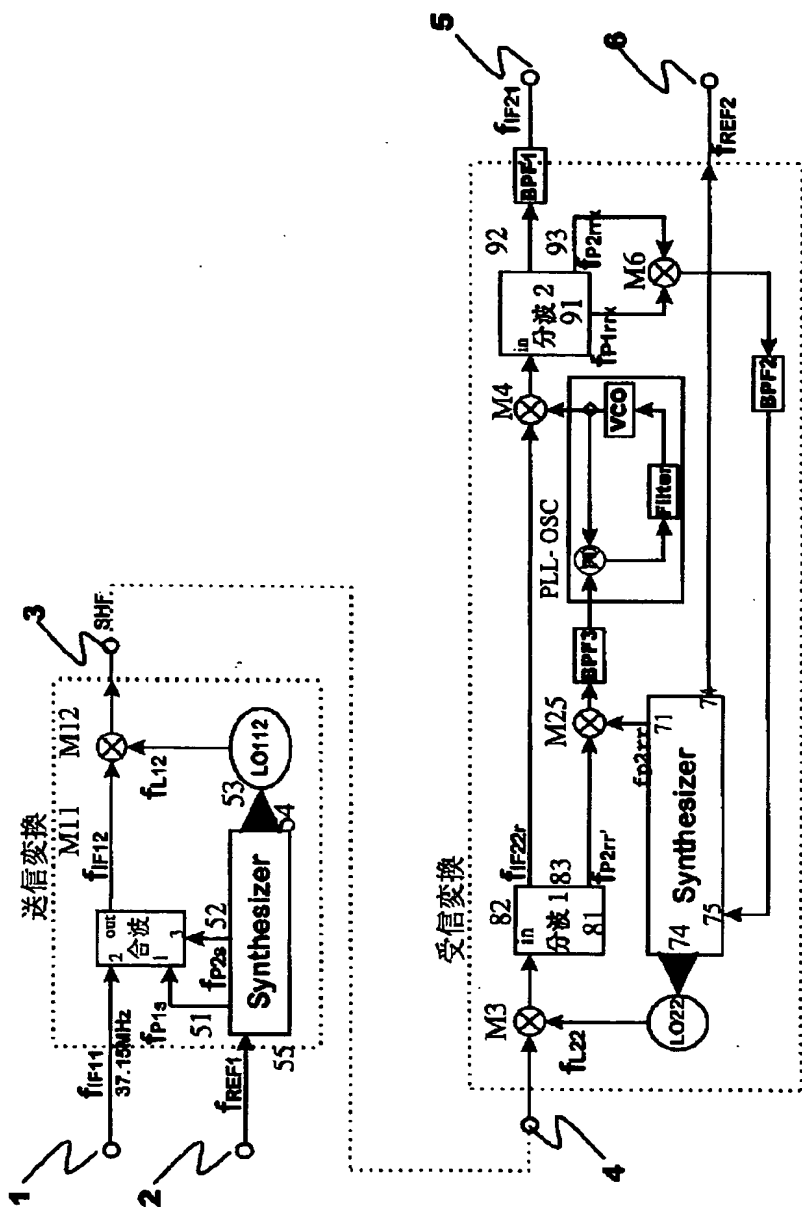
【図3】



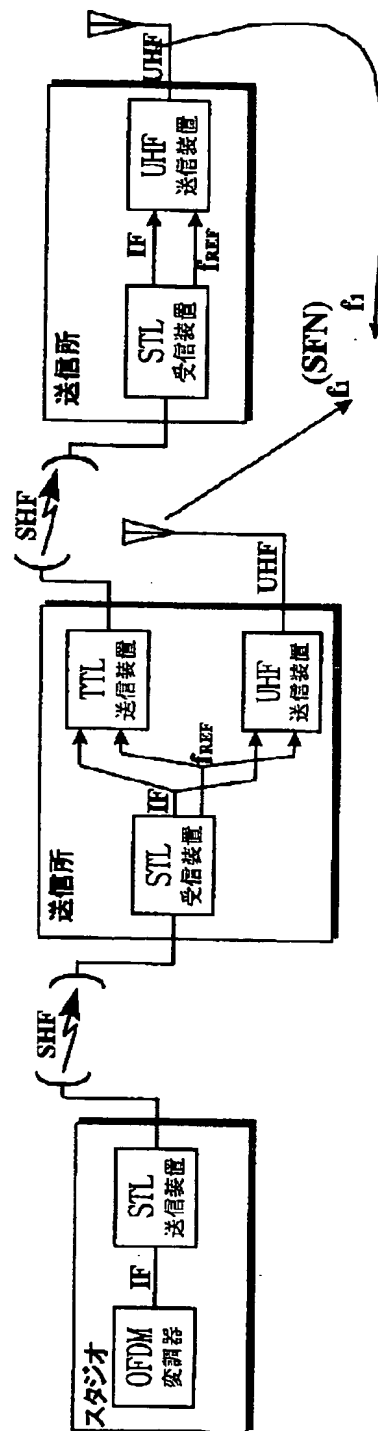
【図6】



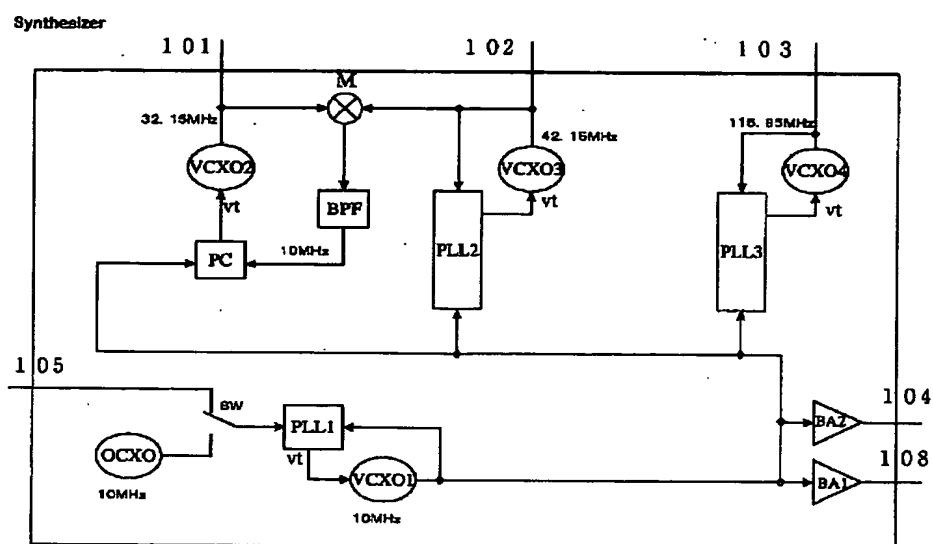
【図 4】



【图 5】



【图 7】



フロントページの続き

(72)発明者 青野 義夫
東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気
工業株式会社内

| | | | | | | |
|----------|-------|------|------|------|------|------|
| Fターム(参考) | 5C025 | AA05 | AA06 | AA07 | AA27 | DA01 |
| | 5C056 | FA01 | GA11 | GA14 | HA01 | HA04 |
| | 5K020 | AA08 | BB06 | DD22 | EE05 | FF04 |
| | | GG01 | GG11 | GG22 | | |
| | 5K022 | DD01 | DD18 | DD19 | DD21 | DD31 |
| | | DD43 | | | | |